

---

# **Jurnal** ***Rekayasa Elektrika***

---

**VOLUME 11 NOMOR 2**

**OKTOBER 2014**

---

**Perancangan Lengan Robot 5 Derajat Kebebasan dengan Pendekatan Kinematika** 69-72

*Firmansyah, Yuwaldi Away, Rizal Munadi, Muhammad Ikhsan, dan Ikram Muddin*

---

JRE	Vol. 11	No. 2	Hal 45–78	Banda Aceh, Oktober 2014	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	-----------	-----------------------------	--------------------------------------

# Perancangan Lengan Robot 5 Derajat Kebebasan dengan Pendekatan Kinematika

Firmansyah<sup>1</sup>, Yuwaldi Away<sup>1</sup>, Rizal Munadi<sup>1</sup>, Muhammad Ikhsan<sup>2</sup>, dan Ikram Muddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

e-mail: fmn.syah21@gmail.com

**Abstrak**—Penelitian ini membahas mengenai perancangan lengan robot 5 derajat kebebasan menjadi model skala kecil dari robot industri. Robot ini dirancang untuk dapat mensimulasikan atau menirukan pergerakan robot industri. Tujuan penelitian ini membangun lengan robot berdasarkan aspek kinematika dengan memperlihatkan secara langsung pergerakan *waist*, *sholuder*, *elbow*, *wrist pitch*, *wrist roll*, dan *gripper*. Perancangan termasuk membangun model kinematik robot dan fisik lengan robot yang dapat dikontrol menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan sistem pergerakan menggunakan servo motor DC. Lengan robot dikendalikan secara otomatis dari komputer dengan RS-232 atau USB interface selanjutnya melakukan pembelajaran mengenai kinematik lengan robot pada saat melakukan percobaan pergerakan. Robot ini sudah bekerja dengan baik dengan jarak maksimum yang bisa dijangkau oleh robot pada sumbu  $x = 425$  mm,  $y = 425$  mm dan  $z = 480$  mm.

**Kata kunci:** *lengan robot, 5 derajat kebebasan, forward kinematik, Arduino*

**Abstract**— This study discusses the design of arm robot model with 5 degree of freedom that is designed to be a small-scale model of the articulated robot industry to simulate the movement of the robots industry. The objective of this research is to build a real arm robot based on kinematic aspects with the movement of waist, shoulder, elbow, wrist pitch, wrist roll and gripper, and to analyze the robot movement. The design includes building the real arm robot based on Arduino Uno board controller and the movement of the robot using servo motor DC. The robot can be controlled automatically from the computer with the RS-232 or USB port interface and it learns about the kinematic of the robot's arm when an experiment on the forward kinematic is accomplished. The robot was running well, with the maximum distance that can be reached by the robot on the coordinate axis  $x = 425$  mm,  $y = 425$  mm and  $z = 480$  mm.

**Keywords:** *arm robot, 5 degree of freedom, forward kinematics, Arduino*

## I. PENDAHULUAN

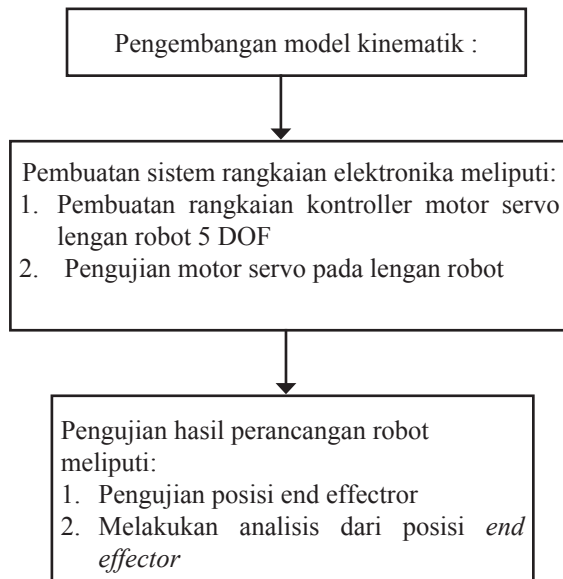
Robot merupakan suatu perangkat yang sangat penting di dunia saat ini disebabkan robot dapat mengemban tugas dan fungsi yang sangat fleksibel dalam membantu pekerjaan manusia. Salah satu robot yang penting dan banyak digunakan di dunia adalah *arm robot*/lengan robot karena tingkat penggunaannya yang sangat tinggi dan banyak diterapkan pada dunia industri, hal ini dibuktikan dengan kenaikan penjualan *industrial robot/ arm robot* sebesar 12% yaitu 178.132 unit pada tahun 2013 [1].

Karena pesatnya perkembangan lengan robot, penulis tertarik untuk meneliti dan membahas mengenai lengan robot dan membuat model skala kecil atau skala laboratorium dari lengan robot yang bisa bekerja dan menirukan pergerakan lengan robot industri aslinya. Kinematika merupakan salah satu hal yang sangat penting di bahas dalam perancangan lengan robot karena berkaitan dengan penentuan posisi dan orientasi dari *end effector* atau ujung dari lengan robot dalam melakukan tugas tertentu, sehingga lengan robot tepat pada posisi dan orientasi dari sebuah objek. Dalam membahas lengan robot masih ada

beberapa hal yang ingin dikembangkan dan dimodifikasi sesuai hasil pengamatan yang telah dilakukan sebelumnya pada simulasi kinematika robot Mitsubishi RV-M1 [2]. Tetapi karya ilmiah ini hanya membahas simulasi robot 3 derajat kebebasan. Kemudian penelitian yang dilakukan Firmansyah dkk [3] membahas simulasi dan perancangan robot tetapi kontruksi robot pada *joint* ke-2 berupa konstuksi Scara robot. Penelitian selanjutnya membahas robot dengan kontruksi berupa artikulasi robot industri tetapi hanya bersifat simulasi *software* [4]. Oleh karena hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan perancangan lengan robot 5 derajat kebebasan menjadi model skala kecil dengan kontruksi berupa artikulasi robot industri. Karena ukuran dari robot kecil, maka robot ini mudah di bawa dan gunakan oleh para pengajar dalam mengajarkan konsep kinematika dari lengan robot.

## II. METODE

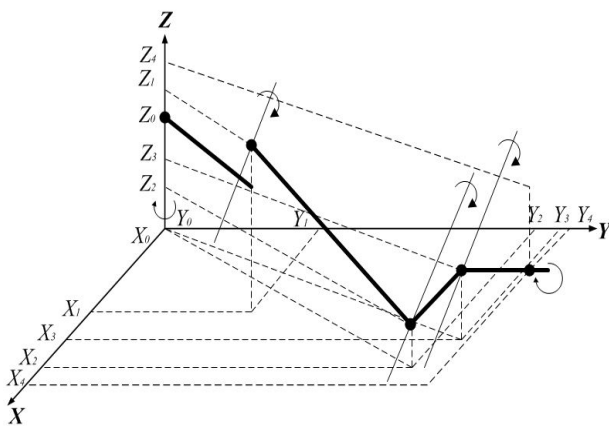
Pada Gambar 1 ditunjukkan alur pada penelitian ini. Alur ini akan digunakan dalam penyelesaian penelitian sehingga lebih terstruktur dan mudah dikerjakan.



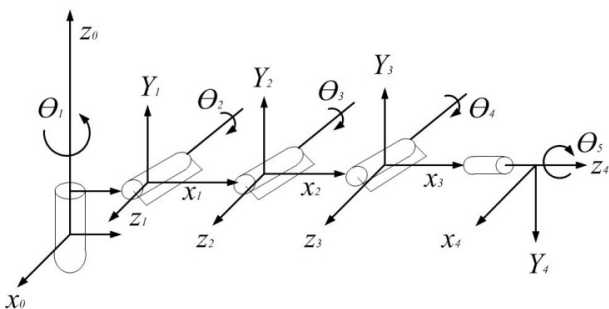
Gambar 1. Alur penelitian

### A. Pengembangan Model Kinematik

Pembuatan model kinematika dilakukan untuk menjawab konstruksi dan spesifikasi dari lengan robot. Pada dasarnya penelitian ini mengacu kepada model *forward* kinematik yang bertujuan mencari solusi untuk



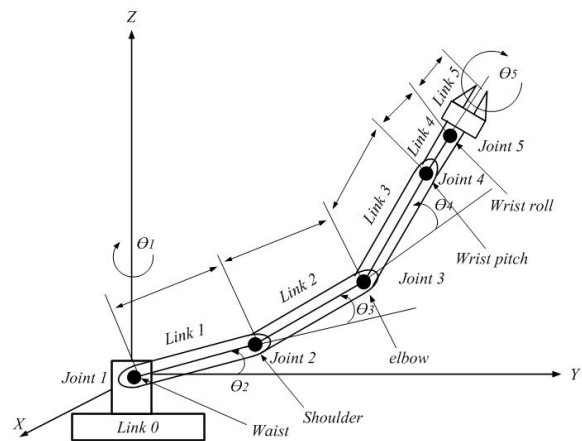
Gambar 2. koordinat antar link



Gambar 3. koordinat frame model tabung

Tabel 1. Batasan dan penamaan setiap joint

Joint i batasan operasi pergerakan robot	Struktur	Max	Min	Joint Range
1	Waist	900	-900	1800
2	Shoulder	900	-900	1800
3	Elbow	900	-900	1800
4	Pitch	900	-900	1800
5	Roll	900	-900	1800



Gambar 4. Kontruksi lengan robot

mendapatkan posisi dari *end effector* atau bagian ujung dari lengan robot terhadap *base* robot dalam sumbu  $X$ ,  $Y$  dan  $Z$  [5][6].

Lengan robot ini terdiri atas sejumlah bagian tubuh seperti *Link* dan sejumlah *Joint*. Setiap *joint* mewakili satu derajat kebebasan. Karena penelitian ini menyangkut 5 derajat kebebasan maka robot ini memiliki 5 *joint*. Semua pergerakan robot ini bersifat pergerakan rotasi sehingga perlu untuk mendeskripsikan hubungan rotasional antar *link*.

Untuk mendeskripsikannya maka terlebih dahulu merancang sebuah gambar koordinat antar *link* dan koordinat *frame* model tabung dalam sistem koordinat kartesian  $X$ ,  $Y$  dan  $Z$  dari lengan robot ini. Gambar 2 menunjukkan dari koordinat antar link dan Gambar 3 menunjukkan sistem koordinat *frame* model tabung dari lengan robot.

Gambar 2 dan Gambar 3 diatas terlihat ada 5 *joint* yang bergerak secara rotasi. Setiap *joint* pada sebuah robot industri memiliki batasan operasi yang berbeda satu sama lain dan mempunyai nama yang berbeda dari setiap *joint*. Untuk nama dan batasan dari pergerakan setiap *joint* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4.

### B. Pembuatan Sistem Rangkaian Elektronika

Pada bagian ini akan dilakukan pembuatan rangkaian elektronika lengan robot dengan 5 derajat kebebasan. Rangkaian ini merupakan rangkaian *output* dari sistem dimana pembuatan rangkaian elektronika lengan robot dilakukan dengan cara menghubungkan masing-masing



Tabel 3. Percobaan forward kinematik lengan robot 5 derajat kebebasan

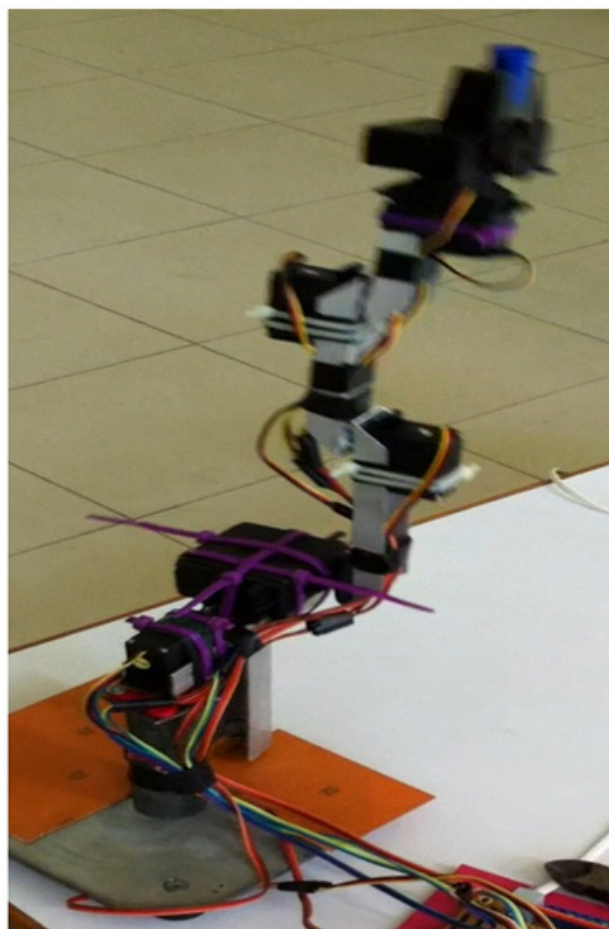
No	Sudut Joint (Dalam Derajat)					Posisi Robot (Dalam mm)		
	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta_5$	Px	Py	Pz
1	0	0	0	0	0	425	0	149
2	45	0	0	0	0	300	300	150
3	45	45	0	0	0	233	233	384
4	45	45	45	0	0	123	123	444
5	45	45	45	45	0	58	58	410
6	45	45	45	45	45	58	58	410
7	0	30	0	0	0	381	0	317
8	0	30	45	0	0	247	0	418
9	0	0	75	30	0	194	0	364
10	0	0	75	30	25	194	0	364
11	0	90	-45	0	0	255	0	412
12	0	90	-45	-30	0	289	0	353
13	0	90	-45	-30	-20	289	0	353
14	90	0	0	0	0	0	425	149
15	90	90	0	0	0	0	100	480

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Maksimum jarak yang bisa dijangkau oleh robot pada sumbu  $x = 425$  mm,  $y = 425$  mm dan  $z = 480$  mm. Selanjutnya Robot sudah berjalan dengan baik. Saran untuk penelitian berikutnya agar dilakukan penelitian dengan melihat aspek *inverse* kinematik dan melakukan percobaan pergerakan secara nyata pada fisik lengan robot 5 derajat kebebasan dengan metode *inverse* kinematic.

#### REFERENSI

- [1] IFR Statistical Department, "Executive summary World Robotics 2014 Industrial Robots," world robotic, pp11,24, September. 2014
- [2] Gunawan, Wihardi, Chandra, K., *Simulasi Kinematika robot Mitsubishi RV-M1*. Skripsi S1.Universitas Bina Nusantara, Jakarta. 2003.
- [3] Firmansyah, Andi, Artur, Perancangan Model Industrial Robot Secara Kinematik, Skripsi, Universitas Bina Nusantara, 2009.
- [4] Firmansyah, "perancangan simulasi model industrial robot manipulator 6 derajat kebebasan secara kinematik," in *Prosiding Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro (Snete)*, Banda Aceh, Indonesia. 2011.
- [5] Fu, K.S., R.C. Gonzales., C.S.G. Lee., *Robotics : Control, Sensing, Vision, And Intelligence*. McGraw-Hill Book Co, Singapore. 1987.
- [6] Bischo, Andreas., Jochheim., Michael Gerke., *Modeling and simulation of kinematic systems*, Germany, 1999.
- [7] Endra Pitowarno., *Robotika*, Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [8] Arthur J. Critchlow., *Introduction Robotics*, Macmillan Publishing, USA, 1985.
- [9] Craig, John J., *Introduction to Robotics : Mechanics And Control*, 2nd ed. Addison-Wesley Publishing Company, California. 1989.
- [10] Arduino Uno. (view Dec. 2014). Specification Arduino uno. [Online]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.
- [11] Andy, Riza, Theodorus., *Simulasi kinematika lengan robot industri dengan 6 derajat kebebasan*, skripsi, Universitas Bina Nusantara, Jakarta. 2004.



Gambar 5. Lengan robot

**Penerbit:**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: [rekayasa.elektrika@unsyiah.net](mailto:rekayasa.elektrika@unsyiah.net)

Telp/Fax: (0651) 7554336

